

# La fusariose vasculaire du palmier à huile : relation entre la résistance en pépinière et la résistance en champ

H. de FRANQUEVILLE (1)

**Résumé.** — Une comparaison est faite, à partir de 224 lignées, entre l'incidence de la fusariose dans les tests d'inoculation en pépinière d'une part et après plusieurs années de plantation en terrain infecté d'autre part. Une forte relation unit les deux séries de résultats. Les sources de sensibilité et les croisements sensibles sont repérés à l'aide des tests d'inoculation et il est possible de prévoir de manière générale le comportement d'une population vis-à-vis de la fusariose.

## INTRODUCTION

La fusariose vasculaire du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.), provoquée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, a été décrite pour la première fois au Zaïre par Wardlaw [1946]. La gamme de résistance et de sensibilité exprimée par différentes lignées a conduit Prendergast [1963] et Renard *et al.* [1972] à décrire et utiliser une méthode de sélection des lignées, faisant intervenir une inoculation du pathogène au stade de la pépinière ou de la pré-pépinière.

De larges différences dans le degré de résistance au champ se manifestent, suivant les lignées, dans les expériences de sélection menées à Binga. Certaines lignées ne souffrent d'aucune perte après neuf années en terrain contaminé, tandis que d'autres ont perdu jusqu'à 80 p. 100 de leurs palmiers. Parmi ces lignées, 224 ont été plantées entre 1973 et 1975 et soumises au préalable à une inoculation du pathogène en pépinière. Renard *et al.* [1972] font état d'une bonne relation entre les résultats exprimés en champ et ceux exprimés en pépinière. Il a semblé intéressant de refaire cette comparaison en faisant appel à des croisements plantés depuis un temps suffisamment long pour estimer la valeur des méthodes de sélection actuellement en vigueur.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les croisements des expériences de sélection de Binga ont été plantés entre 1970 et 1979, après une première plantation de palmiers, en terrain fortement contaminé. De ces croisements, 224 sont dans le champ depuis 8 à 10 ans. Les tests d'inoculation ont été conduits, avant la transplantation en champ, sur d'autres plantules dérivant des mêmes croisements.

### Origine du matériel.

Une part importante du matériel de sélection de Binga provient des anciennes sélections de l'INEAC à Yangambi.

D'autres introductions ont été faites depuis 1973 (I.R.H.O., Cameroun, NIFOR, Déli Chemara, diverses origines du Zaïre).

Seul le matériel ayant été soumis aux tests d'inoculation en pépinière avant la plantation en champ sera étudié dans cet article, bien que des différences de comportement en champ puissent être décelées au sein de chaque origine.

**Binga Yangambi (BGY) :** Toutes les lignées de cette origine ont dans leur ascendance le palmier « Djongo » d'Eala. Certaines sont de pures « Djongo » (BGY1, BGY4, BGY5) alors que d'autres comptent aussi parmi leurs ancêtres des palmiers sélectionnés dans différentes zones du Nord du Zaïre (Yawenda, Isangi ou N'Gazi).

**BGII :** Cette population dérive de *dura* de la F2 de Yangambi croisés avec des *Pisifera* de la F1, sans spécification de leur ascendance réelle.

**BGIII :** Cette population dérive de Déli *dura* croisés avec des *Pisifera* de la F1 de Yangambi.

**Mayumbe (BGM57) :** Origine du Sud du Zaïre.

**Yaligimba ex-Pindi et ex-Brabanta :** également originaire du Sud du Zaïre.

**Déli. Ulu Remis Chemara :** Une population de Déli sélectionnée à la Station de recherches de Chemara, en Malaisie.

### Estimation de l'incidence de la fusariose vasculaire dans les champs expérimentaux.

Chaque expérience a été plantée en parcelles élémentaires de 9 palmiers, avec 8 répétitions de chaque croisement, et compte trois croisements témoins qui permettent ainsi de les comparer les uns aux autres. Bien que les palmiers morts aient été régulièrement enregistrés, un recensement systématique a été conduit d'août à novembre 1981.

Un second recensement a été fait de mai à juillet 1982 dont les résultats sont en accord avec ceux obtenus en 1981. Les premiers résultats obtenus en 1983 montrent que les pertes sont restées très faibles dans les lignées résistantes et n'ont cessé de s'accroître dans les lignées sensibles.

(1) Phytopathologiste Joint Research Scheme of Binga (Société de Cultures au Zaïre/Plantations Lever au Zaïre) ; c/o B.P. 8611 Kinshasa 1 (Zaïre).

### Tests d'inoculation en pépinière.

La méthode décrite par Prendergast [1963] a été utilisée. L'inoculum était composé d'un mélange de 4 souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, isolées dans différentes zones du Zaïre (Binga, Bosondjo, Boteka et Yaligimba), chacune des souches ayant été cultivée pendant 14 jours sur le milieu de culture décrit par Prendergast [1963] et Renard *et al.* [1972]. La culture obtenue a été diluée au 160<sup>e</sup> avec de l'eau, et les plantules, alors au stade 3 feuilles, inoculées avec 10 ml de cette suspension. Pour cela, les plantules ont été déracinées des lits de sable de prépépinière, les racines nues maintenues au-dessus du trou de plantation et arrosées par l'inoculum, immédiatement avant de les replanter. Chaque lignée a été plantée en quatre répétitions de 40 plantules, les lignées étant réparties au hasard au sein de chaque répétition. Sept mois après l'inoculation, les plantules ont été examinées en coupant le collet. La présence ou l'absence de la coloration brune des vaisseaux, symptôme de la maladie, a décidé de la classification des plantules dans la catégorie « fusariée » ou dans la catégorie « saine ».

### Analyses statistiques.

Pour chaque parcelle, les résultats ont été transformés selon la formule  $y = \text{Arc sin } \sqrt{(r + 3/8)/(n + 3/4)}$  [Anscombe, 1948], dans laquelle « n » est le nombre de palmiers plantés et « r » le nombre de palmiers fusariés dans la parcelle. Pour chaque croisement la valeur du « t » de Student, exprimant la déviation de la moyenne du croisement par rapport à la moyenne de l'essai, a été calculée ainsi que sa probabilité. Les croisements ont été définis comme significativement résistants (R\*) ou significativement sensibles (S\*) lorsque la probabilité atteint ou dépasse 95 p. 100. A chaque croisement, on a attribué un indice F.I. (Field Index) pour les recensements et N.I. (Nursery Index) pour les tests d'inoculation. Ces indices sont équivalents à celui utilisé par Renard *et al.* [1972] :  $I_c = \frac{\text{Moyenne du croisement}}{\text{Moyenne de l'essai}} \times 100$ , mais utilisent les moyennes angulaires. Les lignées avec un indice inférieur à 100 sont plus résistantes que la moyenne et celles avec un indice supérieur à 100, plus sensibles. Les corrélations entre le champ et la pépinière ont été calculées à l'aide de ces deux indices.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Comportement des lignées témoins.

Le niveau général de résistance de deux des lignées témoins est supérieur à la moyenne et dans les résultats en plantation et dans les tests d'inoculation en pépinière (Tabl. I et II). La troisième (325/III T) a également extériorisé un niveau de résistance en champ supérieur à la moyenne mais n'a pas été testée en pépinière dans la série d'essais considérés dans cet article. Ces trois lignées ont le même parent mâle, le *tenera* BG 1080 Bi T.

Ces résultats montrent que le degré de résistance au champ à la fusariose demeure constant d'un essai à l'autre. Les trois lignées témoins apparaissent comme plus résistantes que la moyenne avec cependant des variations dépendant de cette moyenne et du niveau de sensibilité exprimé

TABLEAU I. — Niveau de résistance en champ des lignées témoins dans les essais plantés de 1973 à 1975 (*Field resistance levels of control progenies in 1973-1975 trials*)

[Parent mâle de chaque lignée (*Male parent of all crosses*) : BG 1080 Bi T]

Parent femelle ( <i>Female parent</i> ) N° de l'essai ( <i>Trial N°</i> )	BG 325/III T	BG 470/III T	BG 132/9 T
	Indice fusariose ( <i>Wilt Index</i> )		
Bi.S.73/36	73 (a)	73 (a)	80 (b)
Bi.S.73/37	60 *	66 *	66 *
Bi.S.73/38	75 (b)	77 (b)	64 *
Bi.S.73/39	—	—	68 *
Bi.S.73/40	61 *	61 *	47 **
Bi.S.74/52	66 *	54 **	64 *
Bi.S.74/53	78 NS	52 *	52 *
Bi.S.74/54	69 (a)	57 *	52 *
Bi.S.74/55	69 (a)	75 (b)	62 *
			55 ** (r)
Bi.S.74/56	104 NS	87 NS	94 NS
Bi.S.75/66	67 *	55 **	56 **
			56 ** (r)

Probabilité ( <i>Probability levels</i> )	*** = 0,1	(a) = 10
	** = 1	(b) = 20
P. 100	* = 5	NS = non significatif ( <i>non significant</i> )

(r) = croisement réciproque (*reciprocal cross*)

TABLEAU II. — Niveau de résistance en pépinière des lignées témoins (*Nursery resistance levels of control progenies*)

Parent femelle ( <i>Female parent</i> ) N° de l'essai ( <i>Trial N°</i> )	BG 470/III T	BG 132/9 T
Bi.W.73/31	—	89 (a)
Bi.W.73/48	73 ***	89 (a)
Bi.W.74/50	86 NS	—
Bi.W.74/62	—	90 (a)
Bi.W.74/64	75 ***	74 ***
	77 *** (r)	

par les autres lignées. L'essai Bi.S.74/56, dans lequel l'incidence de la fusariose est faible et où les trois lignées témoins ont le même comportement que la moyenne, reste une exception.

Le tableau II reprend les résultats des lignées témoins en pépinière dans les essais où les croisements des expériences du tableau I apparaissent.

### Comparaison des résultats en champ et en pépinière.

Sachant que les résultats sont reproductibles en champ d'une part et en pépinière d'autre part, il semble justifié de comparer les résultats du champ à ceux de la pépinière. Renard *et al.* [1972] ont montré que les deux séries de résultats ne sont pas indépendantes. Le tableau III expose les résultats obtenus à Binga sous forme de table de contingence.

TABLEAU III. — Résultats en pépinière et en champ :  
table de contingence  
(Nursery and field results : contingency table)

Champ (Field results) Pépinière (Nursery results)	R * f	RNS f	SNS f	S * f	Total
R * n	22 (10,4)	27 (23,7)	6 (12,0)	2 (10,9)	57
RNS n	6 ( 9,2)	31 (20,7)	9 (10,4)	4 ( 9,7)	50
SNS n	8 ( 8,4)	13 (19,1)	16 ( 9,7)	9 ( 8,8)	46
S * n	5 (13,0)	22 (29,5)	16 (14,9)	28 (13,6)	71
Total	41	93	47	43	224

(\*) : significatif (significant) ; NS : non significatif (non significant) ; f : champ (field) ; n : pépinière (nursery).

Entre parenthèses figurent les valeurs théoriques en cas d'indépendance entre les résultats en pépinière et en champ. Les lignées témoins ne sont pas incluses. (Figures in brackets are the theoretical number if there were independence between nursery and field results. Control crosses are not included.)

A la valeur du chi-carré, 61,38, correspond une probabilité d'indépendance de  $8 \times 10^{-10}$ , avec neuf degrés de liberté. Une très forte relation existe donc entre la réaction des lignées à la fusariose en champ et celle en test d'inoculation.

### Corrélation entre la pépinière et le champ suivant l'origine des parents.

Sachant qu'une relation générale existe, on a tenté d'étudier plus en détail la corrélation entre les indices en champ

et en pépinière et de voir que devenait cette corrélation lorsque les croisements sont regroupés par origine ou par lignée possédant un ancêtre commun. Le tableau IV reprend les coefficients de corrélation pour différentes origines dont sont issus des palmiers apparaissant dans les essais de sélection. Pour les seize groupes de croisements, il existe une corrélation de 0,72\*\* entre les indices de pépinière et ceux du champ. Cela était prévisible étant donné la bonne relation générale démontrée par le tableau III. Il est également intéressant de noter la forte corrélation négative qui existe entre le pourcentage de croisements de résistance supérieure à la moyenne en pépinière et l'indice général au champ (— 0,75\*\*\*). Cela signifie que les populations sélectionnées en pépinière pour un pourcentage élevé de croisements résistants maintiendront un bon niveau de résistance en terrain infecté. Cependant, quelques populations résistantes au champ n'ont pas été décelées par les tests de pépinière (BGY3 et BGII, par exemple). Un point important est que toutes les populations sensibles au champ ont été détectées dès la pépinière.

Bien que toutes les gammes de résistance et de sensibilité soient observées dans chaque origine, aussi bien en pépinière qu'en plantation (ce qui confirme les observations faites par Renard *et al.* [1980] en pépinière), la corrélation entre la pépinière et la plantation n'est pas toujours très élevée. Ceci peut être dû aux facteurs culturels ou liés à l'environnement jouant un rôle plus important en champ qu'en pépinière. Cette différence apparaît également dans le tableau III dans lequel seulement 22 des 41 croisements les plus résistants en champ avaient été décelés en pépinière. Le point le plus important demeure que 8 seulement des 57 croisements résistants en pépinière ont exprimé en plantation une sensibilité supérieure à la moyenne ; tandis que 37 des 43 lignées les plus sensibles l'étaient également en pépinière. Les tests d'inoculation sont donc utiles pour procéder à une sélection négative en éliminant les croisements les plus sensibles.

TABLEAU IV

Origine (Origin)	Pépinière (Nursery)		Champ (Field)		Corrélation r n	P. 100 croisements (crosses)	
	I	Gamme (Range)	I	Gamme (Range)		I	< 100
<b>Binga - Yangambi</b>						Pép. (Nurs.)	Champ (*) (Field)
4/4 Djongo	BG Y 1	99 65-125	83	55-137	0,24 NS	16	60
	BG Y 4	107 64-144	111	55-173	0,19 NS	18	22
	BG Y 5	112 69-136	139	68-282	0,23 NS	20	25
3/4 Djongo	BG Y 2	110 69-154	152	95-196	0,64 **	16	31
	BG Y 3	101 67-132	86	47-142	0,35 NS	17	41
	BG Y 8	117 93-139	116	82-210	0,17 NS	14	14
	BG Y 9	95 66-118	78	52-118	0,28 NS	10	70
1/2 Djongo	BG Y11	92 56-118	83	52-130	0,20 NS	12	58
1/4 Djongo	BG Y 6	104 79-146	91	52-175	0,70 ***	21	48
	BG Y16	100 76-144	108	49-246	0,76 ***	18	50
<b>Yangambi</b>	BG II	99 54-146	82	51-127	0,53 *	22	50
<b>Déli - Yangambi</b>	BG III	87 57-123	83	52-144	0,53 **	29	72
<b>Mayumbe</b>	M 57	109 61-155	125	79-202	0,59 **	22	38
<b>Yaligimba ex-Pindi,</b>		93 42-155	109	52-202	0,32 NS	25	37
ex-Brabanta		100 84-127	90	62-121	0,02 NS	10	58
<b>Déli, Ulu Remis Chemara</b>		107 57-146	117	52-246	0,58**	23	32

\* Pourcentage de croisements de résistance supérieure à la moyenne, en considérant le nombre total de lignées plantées en champ, qu'elles aient été testées en pépinière ou non.

(Percentage of above average resistant crosses, considering the total number of field tested crosses, whether they were tested in nursery or not).

## CONCLUSION

Les tests d'inoculation en pépinière constituent un outil précieux pour prévoir la réaction générale d'un matériel donné à la fusariose vasculaire, et pour identifier les sources de sensibilité et les croisements sensibles. Les sources de résistance et les croisements résistants ne sont pas aussi sûrement décelés.

Dans le programme de Binga, une importance majeure est attribuée à la résistance en champ. Les semenciers et les arbres du programme de sélection sont choisis parmi les lignées à résistance en champ prouvée et dont les parents interviennent dans d'autres croisements résistants. Le contexte génétique est ainsi pris en considération. Cette résistance en champ est également d'une importance capitale

pour la sélection des arbres devant être multipliés par la culture de tissus.

Les résultats décrits dans cet article indiquent que les tests en pépinière peuvent être utilisés pour éliminer les palmiers choisis parmi le meilleur matériel pour la production de graines et la sélection, mais qui n'en transmettent pas moins la sensibilité à la fusariose.

**Remerciements.** — *Le Département de Recherches de Binga résulte d'un accord entre la Société de Cultures au Zaïre et les Plantations Lever au Zaïre qui le financent conjointement. L'auteur désire exprimer ses remerciements à ces deux sociétés ainsi qu'au « Plantations Group » d'Unilever pour lui avoir permis de publier ces résultats. Des remerciements sont dus également à M. R. M. Langham, décédé, pour ses conseils concernant les analyses statistiques et à M. M. C. G. Middelburg qui initia la plupart des essais.*

## RÉFÉRENCES

- [1] ANSCOMBE F. J. (1948). — The transformation of poisson, binomial and negative — binomial data. *Biometrika*, 35, p. 246-254.
- [2] PRENDERGAST A. G. (1963). — A method of testing oil palm progenies at the nursery stage for resistance to vascular wilt disease, caused by *Fusarium oxysporum*, Schl. *J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res.*, 4, p. 156-175.
- [3] RENARD J. L., GASCON J. P., BACHY A. (1972). — Recherches sur la fusariose du palmier à huile. *Oléagineux*, 27, N° 12, p. 581-591.
- [4] RENARD J. L., NOIRET J. M., MEUNIER J. (1980). — Sources et gammes de résistance à la fusariose chez les palmiers à huile *Elaeis guineensis* et *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 35, N° 8-9, p. 387-393.
- [5] WARDLAW C. W. (1946). — A wilt disease of the oil palm. *Nature*, 158, p. 56.

## SUMMARY

**Vascular wilt of the oil palm : relationship between nursery and field resistance.**

H. de FRANQUEVILLE, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 11, p. 513-518.

A comparison is made, using 224 progenies, between wilt incidence in nursery inoculation tests and in the field after several years of planting in heavily contaminated soil. Results are strongly related. Sources of susceptibility and susceptible crosses are detected by the nursery tests and the general behaviour of a population with regard to vascular wilt can be foreseen.

## RESUMEN

**La fusariosis vascular de la palma africana : relación entre la resistencia en el semillero y la resistencia en el campo.**

H. de FRANQUEVILLE, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 11, p. 513-518.

Se hace una comparación, basada en 224 líneas, entre la incidencia de la fusariosis en las pruebas de inoculación en el semillero, por una parte, y después de varios años de siembra en una área infectada, por otra parte. Hay una fuerte relación entre ambas series de resultados. Se identifican las fuentes de sensibilidad y los cruzamientos sensibles mediante las pruebas de inoculación, y se puede prever de modo general el comportamiento de una determinada población con relación a la fusariosis.

# Vascular wilt of the oil palm : relationship between nursery and field resistance

H. de FRANQUEVILLE (1)

## INTRODUCTION

Vascular wilt of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaedis* was first described in Zaïre by Wardlaw [1946]. Because of the wide range of resistance and susceptibility expressed by different progenies, Prendergast [1963] and Renard *et al.* [1972] described and used a method for

selecting progenies, involving an inoculation of the pathogen at the nursery or the pre-nursery stage.

Wide differences in the degree of field wilt resistance between progenies exist in Binga genetic fields. Some progenies show no losses after nine years in heavily contaminated soils whereas others have lost around 80 p. 100 of their palms. Among these progenies, 224 were planted between 1973 and 1975 and previously tested in the nursery by inoculation with the pathogen. Renard *et al.* [1972] reported a good relationship between field and nursery results, and it appeared valuable to repeat the comparison, using crosses which have been in the field for long enough to assess the reliability of present selection methods.

(1) Plant pathologist Joint Research Scheme of Binga (Société de Cultures au Zaïre-Plantations Lever au Zaïre) ; c/o B.P. 8611 Kinshasa (Zaïre).



## MATERIAL AND METHODS

Crosses for breeding experiments at Binga were planted between 1970 and 1979, in areas previously planted with oil palm, and heavily wilt infected. Of those crosses, 224 have been in the field for 8 to 10 years. Inoculation tests were carried out on other seedlings of the same crosses before planting.

### Origin of the material.

An important part of the Binga breeding stock derives from the former INEAC selections at Yangambi. Other material has been introduced since 1973 (I.R.H.O., Cameroon, NIFOR, Deli Chemara, various origin from Zaire).

Only material submitted to both nursery inoculation tests and field planting will be discussed in this paper, although differences in field behaviour can be detected within all the origins.

**Binga Yangambi (BGY) :** All the progenies from this origin have in their ancestry the Eala « Djongo » palm. Some are « pure Djongo » (BGY 1, BGY 4, BGY 5) while the others also have palms selected in different areas from the north of Zaire (Yawenda, Isangi or N'gazi) in their ancestry.

**BG II :** This is a population derived from *dura* of Yangambi F2 and *Pisifera* of Yangambi F1 without any specification about the real ancestry.

**BG III :** This population is derived from Deli *dura* crossed with F1 *Pisifera* from Yangambi.

**Mayumbe :** (BG M57) : This is an origin from Southern Zaire.

**Yaligimba ex Pindi and ex Brabanta :** these are also from Southern Zaire.

**Deli. Ulu Remis, Chemara :** a Deli population selected at Chemara Research Station in Malaysia.

### Assessment of vascular wilt incidence in experimental fields.

Each experiment was planted in nine palm plots in a randomised block design with eight replications for each cross. Three control progenies appear in each experiment, allowing comparisons between experiments. Although dead palms were regularly recorded, a systematic census was carried out from August to November 1981.

A second round of assessment was carried out from May to July 1982 and the results were in agreement with those obtained in 1981. First results obtained in 1983 show no breakdown of the resistance, while further losses continue to occur in the susceptible progenies. Results studied in this paper are those recorded in 1982.

### Inoculation tests in the nursery.

The method described by Prendergast [1963] was used. Inoculum was made up of a mixture of four strains of *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* isolated from different locations in Zaire (Binga, Bosondjo, Botoka and Yaligimba), each of the strains having been cultured for fourteen days in the culture medium described by Prendergast [1963] and Renard *et al.* [1972]. The culture was diluted 1/160 with water, and seedlings at the 3-leaf stage were inoculated with 10 ml of this suspension. The seedlings were uprooted, and the bare roots were held above the planting hole, and sprayed with the inoculum, immediately before replanting. Each progeny was planted in four replications of forty seedlings and randomised within each replication. Seven months after inoculation, the seedlings were examined by cutting across the base of the stem. The presence or absence of the brown coloration of the vessels, symptomatic of the disease, decided the classification of the seedling into the « wilted » or « healthy » category.

### Statistical analyses.

For each plot, results were transformed according to the formula :  $y \text{ Arc sin } \sqrt{(r + 3/8)/(n + 3/4)}$  [Anscombe, 1948] where « n » is the number of palms per plot and « r » the number

of wilted palms in the plot. For each cross the value of « Student's t » for the deviation of the mean for the cross from the trial mean was calculated, as was the corresponding probability level. Crosses have been defined as significantly resistant (R\*) or significantly susceptible (S\*) when the probability that the cross differed from the trial mean exceeded 95 p. 100. Each cross was also given an index F.I. (Field Index) for the censuses and N.I. (Nursery Index) for the inoculation tests. These indices are equivalent to that used by Renard *et al.* [1972] :

$$I = \frac{\text{Progeny mean}}{\text{Trial mean}} \times 100 \text{ but using transformed means.}$$

Progenies with an index below 100 are more resistant than the average and those with an index above 100 more susceptible. Correlations between field and nursery results were calculated with these indices.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Behaviour of control progenies.

The general resistance level of two of the control progenies is above average in both field results and nursery inoculation tests (Tables I and II) ; the third one (325/III T) also had an above average level of field resistance but was not tested in the nursery in the set of trials considered in this paper. These three progenies have the same male parent, *tenera* BG 1080 Bi T.

These results show that there is consistency in the degree of field wilt resistance. The three control progenies appear to be more resistant than average with variations depending on the mean and the level of susceptibility expressed by the other progenies in each trial. The exception, trial Bi.S.74/56, showed a low wilt incidence overall, and the three progenies have the same behaviour as the average.

Table II shows the control progenies' scores in the nursery test where the crosses of the above experiments appeared.

### Comparison of field and nursery results.

Knowing that repeatability can be obtained in both the field and in the nursery tests, a comparison between the field and the nursery is justified. Renard *et al.* [1972], comparing field and nursery results, have shown that the two sets of results were not independent. Table III shows the results from Binga as a contingency table.

The chi-square value, 61.38, with nine degrees of freedom, corresponds to a probability of independence of  $8 \times 10^{-10}$ . Thus a very strong relationship does exist between nursery inoculation tests and field reaction of progenies to vascular wilt.

### Correlation of nursery and field results according to the origin of the parents.

Knowing that a general relationship exists, an attempt was made to study the correlation between nursery and field indices in more detail and to see what is the correlation when the crosses are grouped by origin or line and if the correlation varies according to the origin.

Table IV shows correlation coefficients for various origins from which palms are involved in the breeding experiments.

For the sixteen groups of crosses, there is a correlation of 0.72\*\* between nursery and field indices. This could have been expected, given the good overall relationship shown by table III. It is also interesting to note that a strong negative correlation exists between the percentage of crosses with an above average resistance expressed in the nursery and the general field index ( $-0.75^{***}$ ). That means that populations selected in the nursery for a high percentage of resistant crosses will maintain a good level of resistance after planting in an infected area, although some field resistant populations are not detected by the nursery tests (BG Y3 and BGII, for example). An important fact is that all the field susceptible populations appear to have been detected.

Although the range of both nursery and field reaction is wide for all origins (confirming the observations of Renard *et al.* [1980] in the nursery), the correlation between nursery and field within populations is not always high. This may be because agricultural and environmental factors play a more important part in the field

than in the nursery. This difference is also shown in Table III where only 22 of the 41 highly field resistant crosses were detected in the nursery. The most important point remains that only 8 of the 57 resistant crosses in the nursery show an above average field susceptibility, while 37 of the 43 worst progenies in the field were more susceptible than average at the nursery stage. Thus the nursery test could be valuable for negative screening (elimination of susceptible material).

### CONCLUSION

Nursery inoculation tests are a valuable tool to predict the general reaction of a given material to vascular wilt, and to identify sources of susceptibility and susceptible crosses. Sources of resistance and resistant crosses are not so consistently detected with this method, nor could the best crosses in the field be reliably predicted from nursery results, as shown by the lack of correlation within some of the populations.

In the programme at Binga, major emphasis is given to field resistance. Seed production trees and breeding parents are selected within progenies with proven field resistance, and whose parents consistently give other crosses with field resistance. The genetic background is thus taken into consideration. This field resistance is also of paramount importance for the selection of trees to be multiplied through tissue culture. The results described here indicate that nursery tests can be used to eliminate those palms, selected for seed production and breeding within the best material, which nonetheless appear to transmit susceptibility.

**Acknowledgement.** — *The Research Department of Binga is a Joint Research Scheme financed by « Societe de Cultures au Zaïre » and « Plantations Lever au Zaïre ». The author wishes to thank both of these companies and Unilever Plantations Group for permission to publish these results. Acknowledgement is due also to the late Mr. R. M. Langham for his advice regarding statistical analyses and to Mr. M. C. G. Middelburg who started most of the trials.*

## Dans le monde agricole

### LA TÉLÉDÉTECTION ET L'ALIMENTATION EN EAU DES CULTURES

Parmi les applications de la télédétection à l'agriculture, l'appréciation de l'état hydrique des plantes est une des plus prometteuses. Elle repose sur la mesure à distance de la température dite « de surface » de la plante, du couvert végétal ou d'un ensemble de champs, qui s'élève d'autant plus au-dessus de la température de l'air que la surface est moins bien alimentée en eau. Les travaux développés par le passé dans ce domaine par les chercheurs de bioclimatologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Avignon et Versailles) leur ont permis d'aborder rapidement les possibilités nouvelles offertes par la technologie de la télédétection depuis quelques années.

Deux applications différentes, correspondant à des échelles spatiales nettement séparées, sont envisagées :

— à l'échelle de la parcelle, les mesures effectuées au sol, par un opérateur, à l'aide d'un radiothermomètre visant la culture (suivant les méthodes mises au point par les chercheurs américains de l'USDA (United States Department of Agriculture), avec lesquels l'INRA a établi un programme de collaboration officielle) permettent d'estimer, par un procédé simple et pratique, l'état d'alimentation en eau de la culture, et donc de proposer un système de pilotage de l'irrigation qui intéresse déjà les milieux professionnels ;

— à une échelle plus large, visée par les satellites (par

exemple : 1 km correspondant à la distance minimale entre deux points distincts, avec la série NOAA [National Oceanographic and Atmospheric Administration]), il est possible d'apprécier l'état hydrique d'un ensemble de champs ou d'une petite région et d'en déduire des prévisions de rendement, plus particulièrement lorsque l'eau est le facteur prépondérant. Des travaux ont été effectués dans le Sud-Est de la France avec l'appui du Centre de Télédétection de l'Ecole des Mines (Sophia-Antipolis) ; basés plus particulièrement sur les sites de la Crau — pour apprécier le contraste entre la Crau sèche et les prairies irriguées de la Crau humide — ils ont permis de mettre au point les méthodes d'estimation de l'évaporation qui pourraient être utilisées dans le cas de sécheresse à grande échelle, comme celle de 1976. Ces méthodes sont en cours d'application sur l'ensemble de la région Sud-Est à partir des données des satellites NOAA traitées par le Centre National d'Etudes Spatiales à Toulouse. Elles font également l'objet de travaux en Afrique, notamment au Sénégal, en liaison avec l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et le CNES, pour suivre l'évolution de la sécheresse en région saharienne et, si possible, de fournir des prévisions de rendement en fin de saison des pluies. Ces programmes sont financés par la C.E.E. et le Ministère des Relations Extérieures et utilisent le satellite Météosat de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

(Presse Informations INRA n° 106 - octobre 1984).

